

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift
(11) DE 3838923 A1

(51) Int. Cl. 4:
H 03H 9/145
// H03H 9/42,9/64,
9/25

Berörtsrechteigentum

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)
17.11.87 JP 62-288556 01.11.88 JP 63-276664

(72) Erfinder:
Yatsuda, Hiromi, Mitaka, Tokio/Tokyo, JP

(71) Anmelder:
Nihon Musen K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Klunker, H., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.; Schmitt-Nilson, G.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Hirsch, P., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 8000 München

(54) Oberflächenwellen-Bauelement

Ein Oberflächenwellen-Filter setzt ein eingespeistes Signal in ein Signal mit einem nichtlinearen Phasengang um. Das Filter besitzt auf einem piezoelektrischen Substrat, in dessen Oberflächenschicht sich eine Oberflächenwelle ausbreitet, mit Abstand voneinander angeordnete Eingangs- und Ausgangselektroden zum Senden bzw. Empfangen der Oberflächenwelle. Die Elektroden besitzen jeweils ein Paar gemeinsame Elektrodenbereiche mit kammförmig ineinandergrifffenden Elektrodenfingern. Die mittleren Elektrodenfinger von Eingangs- und Ausgangselektroden besitzen Mittelachsen quer zur Ausbreitungsrichtung der Oberflächenwelle. Der Abstand entlang der Ausbreitungsrichtung zwischen den Mittelachsen wird etwa senkrecht zur Ausbreitungsrichtung variiert. Das Filter kann zwischen den Elektroden auf dem piezoelektrischen Substrat einen elektrischen Leiter aufweisen, dessen Abmessungen in Ausbreitungsrichtung abhängig von der quer zur Ausbreitungsrichtung verlaufenden Richtung variiert. Anstelle des elektrischen Leiters kann ein Medium zum Variieren der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle vorhanden sein.

DE 3838923 A1

DE 3838923 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Oberflächenwellen-Bauelement, insbesondere ein Oberflächenwellen-Bauelement mit Eingangs- und Ausgangselektroden, die auf einer Oberflächenschicht eines piezoelektrischen Körpers angeordnet sind, so daß zwischen den Elektroden eine Oberflächenwelle gesendet und empfangen wird, um aus einem HF-Signal ein Signal mit einem gewünschten Frequenzgang zu erzeugen.

Oberflächenwellen-Bauelemente nutzen die Eigenschaft einer Oberflächenwelle (surface elastic wave) aus, daß der größte Anteil der Wellenenergie sich entlang der Oberfläche eines Festkörpers fortpflanzt. Derartige Oberflächenwellen-Bauelemente gibt es in Form von Oszillatoren, Filtern, Verzögerungsschaltungen und der gleichen, und diese Bauelemente werden in verschiedensten nachrichtentechnischen Anlagen oder elektronischen Schaltungen eingesetzt. Die Oberflächenwellen-Bauelemente enthalten beispielsweise einen piezoelektrischen Kristallkörper mit einer geschliffenen Fläche sowie Eingangs- und Ausgangselektroden in Form eines Paars dünner Metallschichten auf der Oberfläche des piezoelektrischen Kristallkörpers, wobei zwischen den Elektroden eine Oberflächenwelle gesendet und empfangen wird. Wenn in die Eingangselektrode auf dem piezoelektrischen Kristallkörper ein HF-Signal eingespeist wird, schwingt der piezoelektrische Körper aufgrund des piezoelektrischen Effekts, und diese Schwingung wird von der Eingangselektrode abgegeben und pflanzt sich als elastische Welle entlang der Oberfläche des piezoelektrischen Körpers in Richtung auf die Ausgangselektrode fort. Die Ausgangselektrode empfängt die elastische Welle und gibt ein HF-Ausgangssignal ab, welches durch den umgekehrten piezoelektrischen Effekt des piezoelektrischen Körpers erzeugt wird.

In jüngster Zeit wurden Oberflächenwellen-Bauelemente in verstärktem Maß als Filter eingesetzt, da der Phasengang oder der Amplitudengang dieser Bauelemente nach Bedarf eingestellt werden kann.

Fig. 1 der Zeichnung veranschaulicht den grundsätzlichen Aufbau eines herkömmlichen Oberflächenwellen-Filters. Das Oberflächenwellen-Filter besitzt ein piezoelektrisches Substrat 12 und ein Paar Eingangs- und Ausgangselektroden 16 und 18, die auf dem piezoelektrischen Substrat 12 mit Abstand voneinander angeordnet sind. Die Elektroden 16 und 18 besitzen gemeinsame Elektrodenbereiche 16a, 16b bzw. 18a, 18b. Die Eingangselektrode 16 enthält mehrere parallel angeordnete und miteinander verkämmte Elektrodenfinger 20a, 20b, 20c, 20d, 20e, die sich zwischen den gemeinsamen Elektrodenbereichen 16a und 16b erstrecken. Die Ausgangselektrode 18 enthält mehrere parallel angeordnete, miteinander verkämmte Elektrodenfinger 24a, 24b, 24c, 24d und 24e, die sich zwischen den gemeinsamen Elektrodenbereichen 18a und 18b erstrecken.

An die Elektrode 16 wird zwischen die gemeinsamen Elektrodenbereiche 16a und 16b ein Hochfrequenzsignal (HF-Signal) S1 gelegt, und an der Ausgangselektrode 18 wird zwischen den gemeinsamen Elektrodenbereichen 18a und 18b ein HF-Signal S2 mit einem gewünschten Frequenzgang erzeugt.

Während der grundsätzliche Aufbau des Oberflächenwellen-Filters in Fig. 1 gezeigt ist, lassen sich die kammartig ineinander greifenden Elektrodenfinger in ihrer Form für den jeweiligen Anwendungszweck modifizieren, um den gewünschten Ausgangssignal-Frequenzgang zu erhalten. Beispielsweise können die ineinander greifenden Elektrodenfinger so geformt sein, daß das Durchlaßband des Filters aufgeweitet wird und Welligkeiten aus dem Frequenzgang des Durchlaßbandes beseitigt werden.

Fig. 2 zeigt ein weiteres herkömmliches Oberflächenwellen-Filter. Das Filter enthält ein piezoelektrisches Substrat 23 und ein Paar Eingangs- und Ausgangselektroden 36 und 38, die mit Abstand voneinander auf dem piezoelektrischen Substrat 23 angeordnet sind. Die Eingangs- und Ausgangselektroden 36 und 38 besitzen gemeinsame Elektrodenbereiche 36a und 36b bzw. 38a und 38b. Die Eingangselektrode 36 enthält divergierende Elektrodenfinger 40a, 40b und 40c, die zwischen den gemeinsamen Elektrodenbereichen 36a und 36b liegen, und Elektrodenfinger 40d und 40e, die in den Lücken zwischen den Elektrodenfingern 40a, 40b und 40c kammartig angeordnet sind. In ähnlicher Weise enthält auch die Elektrode 38 divergierende Elektrodenfinger 44a, 44b und 44c sowie kammartig dazwischengreifende Elektrodenfinger 44d und 44e zwischen den gemeinsamen Elektrodenbereichen 38a und 38b.

Die Schrittweite oder der Abstand in Richtung X, in welcher sich die Oberflächenwelle fortpflanzt, zwischen zwei benachbarten Elektrodenfingern an jeder der gemeinsamen Elektrodenbereiche 36b und 38b variiert progressiv zwischen einem Minimalwert P_L und einem Maximalwert P_H quer zu Fortpflanzungspfaden a-n, die in einer Richtung y senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung X des piezoelektrischen Substrats 32 nebeneinander liegen.

Die gemeinsamen Elektrodenbereiche 36a und 36b empfangen ein HF-Signal S4, und von den gemeinsamen Elektrodenbereichen 38a und 38b wird ein HF-Signal S5 mit einem gewünschten Frequenzgang abgenommen.

Man kann die in Fig. 2 dargestellte Anordnung so betrachten, als ob die kammartigen Elektroden mit der in Fig. 2 dargestellten Form eine Anzahl von parallel geschalteten Oberflächenwellen-Filtern mit unterschiedlichen Elektrodenabständen in jeweiligen kleinen Segmenten A y in Y-Richtung darstellten.

Wie bekannt, bestimmen sich die Frequenzen, die durch das Oberflächenwellen-Filter hindurch gelangen können, durch den Zwischenelektrodenabstand. Wenn man annimmt, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Oberflächenwelle durch das Filter gemäß Fig. 2 den Wert v hat, so ergeben sich folgende Durchlaßfrequenzen:

$$f_L = P_L/v \quad (1)$$

bis

$$f_H = P_H/v \quad (2)$$

In diesem Frequenzbereich ändert sich der Abstand P(y) in Y-Richtung senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung

OS 38 38 923

X der Oberflächenwelle glatt. Der Frequenzbereich ist breit und besitzt keine Welligkeiten. Bei der Anordnung nach Fig. 1 ändert sich der Zwischenelektrodenabstand sowohl in der Eingangselektrode 36 als auch in der Ausgangselektrode 38. Man kann den Zwischenelektrodenabstand der kammartigen Elektrodenfinger auch lediglich in der Eingangselektrode 36 oder in der Ausgangselektrode 38 variieren. Fig. 3 veranschaulicht die Phasen und die Amplituden (Einfügungsdämpfung) bei den Frequenzen des Oberflächenwellen-Filters nach Fig. 2. Fig. 4 zeigt die Phasen und die Einfügungsdämpfungen bei einzelnen Frequenzen des Oberflächenwellen-Filters nach Fig. 2.

Das in Fig. 2 dargestellte Oberflächenwellen-Filter ist in der Lage, einen linearen Phasengang in einem relativ breiten Bereich zu schaffen, vermag jedoch nicht einen nichtlinearen Phasengang zu liefern.

Ein durch ein LC-Filter gelaufenes Signal weist wegen der Eigenschaften des Filters Überschwinger und Unterschwinger auf, so daß das von dem Filter kommende Signal gekennzeichnet ist durch verzerrte Vorderflanken und Hinterflanken. Es ergibt sich also eine Kennlinienverschlechterung, zum Beispiel ergibt sich ein gekrümmter Gruppenlaufzeitverlauf. Um dieses Problem zu vermeiden, wird häufig ein von einem LC-Filter erzeugtes Signal durch ein Oberflächenwellen-Filter geschickt, so daß das Signal den gewünschten Amplituden- und Phasengang in dem Oberflächenwellen-Filter erhält. Bei Verwendung eines solchen Oberflächenwellen-Filters sind genauere Kennlinien erwünscht, und von dem Oberflächenwellen-Filter selbst erzeugte Welligkeiten können dann zu Problemen führen. Es besteht also der Bedarf an einem Oberflächenwellen-Filter, welches einen nichtlinearen Phasengang mit geringer Welligkeit und breitem Frequenzbereich zu liefern vermag.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Oberflächenwellen-Filter zu schaffen, bei dem Eingangs- und Ausgangselektroden auf einer Oberflächenschicht eines piezoelektrischen Körpers zum Senden und Empfangen von Oberflächenwellen zwischen den Elektroden angeordnet sind, wobei das Oberflächenwellen-Bauelement entweder einen elektrischen Leiter zwischen den Eingangs- und Ausgangselektroden mit einer Länge in Fortpflanzungsrichtung der Oberflächenwelle aufweist, wobei die Länge senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der Oberflächenwelle variiert wird, um die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle aufgrund unterschiedlicher elektrischer Grenzbedingungen zu variieren, oder bei dem auf der Oberflächenschicht zwischen den Eingangs- und Ausgangselektroden ein Medium angeordnet ist, welches die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle durch die Oberflächenschicht hindurch variiert, so daß ein an die Eingangselektrode angelegtes Signal als Ausgangssignal an der Ausgangselektrode erzeugt wird, welches in einem breiten Frequenzbereich den gewünschten Frequenzgang aufweist. Der gewünschte Frequenzgang soll bei großer Entwurfsfreiheit für das Bauelement in einem breiten Frequenzbereich erreichbar sein. Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht auf ein herkömmliches Oberflächenwellen-Filter mit Eingangs- und Ausgangselektroden auf einer Oberflächenschicht eines piezoelektrischen Körpers,

Fig. 2 eine Draufsicht auf ein weiteres herkömmliches Oberflächenwellen-Filter mit Eingangs- und Ausgangselektroden auf einer Oberflächenschicht eines piezoelektrischen Körpers,

Fig. 3 und 4 Graphen, die den Frequenzgang des Filters nach Fig. 2 veranschaulichen,

Fig. 5 eine Draufsicht auf ein Oberflächenwellen-Filter gemäß der Erfindung, wobei Eingangs- und Ausgangselektroden auf einer Oberflächenschicht eines piezoelektrischen Körpers angeordnet sind,

Fig. 6 einen Graphen, der die Phasen und Einfügungsdämpfungen bei einzelnen Frequenzen des Filters nach Fig. 2 veranschaulicht,

Fig. 7 einen Graphen, der Phasen bei einzelnen Frequenzen eines Oberflächenwellen-Filters veranschaulicht,

Fig. 8 einen Graphen, der gemessene Phasen, Einfügungsdämpfungen und Gruppendifferenzdämpfungen bei einzelnen Frequenzen des Filters nach Fig. 5 veranschaulicht,

Fig. 9 einen Graphen, der Änderungen der Abstände zwischen Eingangs- und Ausgangselektroden für einzelne Frequenzen des Filters nach Fig. 5 veranschaulicht,

Fig. 10 eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform eines Oberflächenwellen-Filters nach der Erfindung, wobei Eingangs- und Ausgangselektroden sowie eine Phasensteuer- und Abschirmelektrode auf einer Oberflächenschicht eines piezoelektrischen Körpers angeordnet sind,

Fig. 11 eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform eines Oberflächenwellen-Filters nach der Erfindung, wobei Eingangs- und Ausgangselektroden auf einer Oberflächenschicht des piezoelektrischen Körpers angeordnet sind,

Fig. 12 eine Draufsicht auf eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Oberflächenwellen-Filters, wobei Eingangs- und Ausgangselektroden sowie eine Phasensteuer- und Abschirmelektrode auf einer Oberflächenschicht eines piezoelektrischen Körpers angeordnet sind,

Fig. 13 einen Grundriß einer weiteren Ausführungsform eines Oberflächenwellen-Filters nach der Erfindung, wobei Eingangs- und Ausgangselektroden und ein Medium auf einer Oberflächenschicht eines piezoelektrischen Körpers angeordnet sind, und

Fig. 14 eine Teil-Querschnittsansicht entlang der Linie V-V' in Fig. 13.

Im folgenden wird ein erfindungsgemäßes Oberflächenwellen-Bauelement in Form eines Oberflächenwellen-Filters erläutert.

In den Zeichnungen sind gleiche oder ähnliche Teile mit entsprechenden Bezeichnungen versehen.

Fig. 5 zeigt eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Oberflächenwellen-Filters 50. Das Filter 50 besitzt ein piezoelektrisches Substrat 52 sowie Eingangs- und Ausgangselektroden 54 bzw. 56, die auf dem Substrat 52 zum Empfangen und zum Senden eines HF-Signals angeordnet sind. Die Eingangselektrode 54 besitzt zwei gemeinsame Elektrodenbereiche 60 bzw. 62, die parallel und einander gegenüberliegend angeord-

net sind und ein HF-Signal S_8 empfangen. Die Ausgangselektrode 56 besitzt zwei gemeinsame Elektrodenbereiche 64 und 66 zum Abgeben eines HF-Signals S_9 . Von den gemeinsamen Elektrodenbereichen 60 und 62 bzw. 64 und 66 aus erstrecken sich kammförmige Elektrodenfinger unter schrägen Winkeln bezüglich senkrecht auf den gemeinsamen Elektrodenbereichen stehenden imaginären Linien. Genauer gesagt: der gemeinsame Elektrodenbereich 60 besitzt drei divergierende Elektrodenfinger 70, 72 und 74, die sich in y-Richtung erstrecken, und der gemeinsame Elektrodenbereich besitzt zwei Elektrodenfinger 76 und 78, die kammähnlich in die divergierenden Elektrodenfinger 70, 72 und 74 eingreifen. In ähnlicher Weise besitzt der gemeinsame Elektrodenbereich 64 drei divergierende Elektrodenfinger 82, 84 und 88, die sich in y-Richtung erstrecken, während von dem gemeinsamen Elektrodenbereich 66 aus sich zwei Elektrodenfinger 92 und 94 erstrecken, die kammähnlich in die divergierenden Elektrodenfinger eingreifen. Die gemeinsamen Elektrodenbereiche und die Elektrodenfinger der Eingangs- und Ausgangselektroden 54 bzw. 56 sind als elektrisch geschlossene Bereiche oder elektrische Leiter in Form metallisierter Schichten auf dem piezoelektrischen Substrat 52 ausgebildet.

Der Abstand zwischen den Mittelachsen der zentralen Elektrodenfinger der Eingangs- und Ausgangselektroden 54 und 56, zum Beispiel der Abstand L_j zwischen den Mittelachsen der mittleren Elektrodenfinger 72 und 84, ändert sich progressiv entlang der y-Richtung, die etwa senkrecht auf der Fortpflanzungsrichtung x der Oberflächenwelle durch das Filter 50 steht.

Das Oberflächenwellen-Filter 50 nach der ersten Ausführungsform arbeitet wie folgt:

Es sei angenommen, daß das Filter 50 mehrere Fortpflanzungskanäle $a-n$ besitzt, die in y-Richtung getrennt oder nebeneinanderliegend angeordnet sind. Eine von der Eingangselektrode 54 ansprechend auf das Eingangssignal S_8 erzeugte Oberflächenwelle pflanzt sich entlang von Kanälen $a-n$ quer über die metallisierten Schichten oder die Elektrodenfinger und die nicht-metallisierten Bereiche oder elektrisch offenen Bereiche in Richtung auf die Ausgangselektrode 56 fort. Die Berechnung der Geschwindigkeit, mit der sich die Oberflächenwelle fortpflanzt, während sie auf verschiedene elektrische Grenzbedingungen trifft, indem sie durch die metallisierten Schichten und die nicht-metallisierten Bereiche hindurchgeht, ist aus dem Stand der Technik bekannt und soll hier nicht im einzelnen erläutert werden.

Der Abstand L_j repräsentiert den Abstand zwischen den Mittelachsen der mittleren Elektrodenfinger der Eingangselektrode 54 und der Ausgangselektrode 56 in dem j -ten Fortpflanzungskanal. Die Abstände zwischen den Mittelachsen der Elektrodenfinger weichen progressiv an den Fortpflanzungskanälen $a-n$ in Richtung y ab. Die Mittenfrequenz f_j und die Wellenlänge λ_j einer sich durch den j -ten Fortpflanzungskanal fortpflanzenden Oberflächenwelle, der Abstand L_j zwischen den Mittelachsen der Elektrodenfinger der Eingangselektrode 54 und der Ausgangselektrode 56 im j -ten Kanal, und die Verzögerungszeit T_j und die Gruppenlaufzeit τ_j der durch den j -ten Kanal laufenden Oberflächenwelle stehen wie folgt zueinander in Beziehung:

$$\lambda_j = v/f_j \quad (3)$$

$$T_j = L_{oj}/v_o + L_{mj}/v_m \\ = L_{oj} * (1/v_o + 1/v_m) = L_j/v \quad (4)$$

$$\tau_j = -d\Theta_j(f_j)/d\omega \quad (5)$$

wobei

$$v = 2 * (v_o * v_m)/(v_o + v_m) \text{ und} \\ L_j/2 = L_{oj} = L_{mj}.$$

Die Gruppenlaufzeit τ_j gemäß Gleichung (5) ist eine Gruppenlaufzeit für den Fall, daß die Ausbreitungskanäle für die Oberflächenwelle unabhängig voneinander sind. Tatsächlich jedoch ist die Gruppenlaufzeit durch $\Theta(f)$, das sich durch Kombinieren der Ausbreitungskanäle bestimmt, wie folgt gegeben:

$$\tau = -d\Theta(f)/d\omega$$

Unter der Annahme, daß die Abstände der Wellenausbreitung durch sämtliche Ausbreitungskanäle gleich sind, gilt:

$$L_1 = L_2 = \dots = L_j = \dots = L \quad (6)$$

$$T_j = L_j/v = T \quad (7)$$

Die Frequenzdifferenz Δf_j und die Phasendifferenz $\Delta\Theta_j$ zwischen den Frequenzen f_j und f_{j+1} sind wie folgt gegeben:

$$\Delta f_j = f_{j+1} - f_j \quad (8)$$

$$\Delta\Theta_j = 2\pi * L/\lambda_j - 2\pi * L/\lambda_{j+1} \\ = 2\pi * L * (1/v) * (v/\lambda_j - v/\lambda_{j+1}) \\ = 2\pi * (L/v) * (f_{j+1} - f_j) \quad (9)$$

Die Gruppenlaufzeit τ_j für jeden Ausbreitungskanal drückt sich wie folgt aus:

$$\begin{aligned} t_j &= -\Delta\Theta_j/(\Delta f_j \cdot 2\pi) \\ &= L/v \\ &= T \\ t_j &= \tau(f_j) = \tau(f) = T \quad (10) \end{aligned}$$

Selbst wenn die Ausbreitungskanäle kombiniert werden, ist die Gruppenlaufzeit konstant und ist gleich der Laufzeit T für jede Frequenz. In dem in Fig. 5 gezeigten Oberflächenwellen-Filter unterscheiden sich die Abstände der Ausbreitung durch die einzelnen Ausbreitungskanäle geringfügig voneinander, das gleiche gilt für die Phase der in den einzelnen Ausbreitungskanälen sich fortplanzenden Oberflächenwellen. Damit entstehen Phasenunterschiede durch die verschiedenen Ausbreitungsabstände in den Ausbreitungskanälen $a-n$. Unter der Annahme, daß die Energie einer Oberflächenwelle der Frequenz f_j sich im wesentlichen in dem j -ten Ausbreitungskanal konzentriert und sich die Energie einer Oberflächenwelle der Frequenz $f_j + 1$ im wesentlichen in dem $(j + 1)$ -ten Ausbreitungskanal konzentriert, drückt sich die Phasendifferenz $\Delta\Theta_j$ zwischen den Frequenzen f_j und $f_j + 1$ wie folgt aus:

$$\Delta\Theta_j = 2\pi \cdot L_j/\lambda_j - 2\pi \cdot L_{j+1}/\lambda_{j+1} \quad (11)$$

wenn

$$L_j = L_{j+1} = \Delta L_j, \quad (12)$$

dann

$$\begin{aligned} \Delta\Theta_j &= 2\pi \cdot L_j/\lambda_j - 2\pi \cdot L_{j+1}/\lambda_{j+1} \\ &= 2\pi \cdot (L_j/\lambda_j - L_{j+1}/\lambda_{j+1}) \\ &= 2\pi \cdot (L_j/\lambda_j - L_{j+1}/\lambda_{j+1} + 1 + \Delta L_j/\lambda_{j+1}) \\ &= 2\pi \cdot (L_j/v) \cdot (f_j - f_{j+1}) + 2\pi \cdot (\Delta L_j/\lambda_{j+1}) \quad (13) \end{aligned}$$

In diesem Fall unterscheidet sich die Gruppenlaufzeit $\tau(f_j)$ von der Gruppenlaufzeit t_j in dem unabhängigen j -ten Ausbreitungskanal. Wenn $\Theta(f_j)$ als die Phase der Kombination aus dem j -ten und dem $(j + 1)$ -ten Ausbreitungskanal angesehen werden kann, erhält man

$$\begin{aligned} \tau(f_j) &= -\Delta\Theta_j/(\Delta f_j \cdot 2\pi) \\ &= L_j/v - 2\pi \cdot (\Delta L_j/\lambda_{j+1} + 1)/(2\pi \cdot \Delta f_j) \\ &= t_j - \Delta\Delta\Theta_j/\Delta\omega_j \quad (14) \end{aligned}$$

wobei

$$\Delta\Delta\Theta_j = 2\pi \cdot (\Delta L_j/\lambda_{j+1} + 1)$$

$$\Delta\omega_j = 2\pi \cdot \Delta f_j \quad (15)$$

Die Verzögerungszeit, die sich bestimmt durch den geometrischen Abstand zwischen den Ausbreitungskanälen, errechnet sich wie folgt:

$$t_j = L_j/v \quad (16)$$

$$t_{j+1} = L_{j+1}/v \quad (17)$$

wenn

$$L_{j+1} - L_j = \Delta L_j \ll L_j + 1, L_j \quad (18)$$

dann

$$t_j \approx t_{j+1} \quad (19)$$

während ΔL_j im Vergleich zu L_j, L_{j+1} vernachlässigbar ist, kann es im Vergleich zu λ_j nicht vernachlässigt werden. Daher gilt:

$$\begin{aligned} \tau(f_j) &= t_j - \Delta\Delta\Theta_j/\Delta\omega_j \\ &= t_j - \Delta\tau_{ej} \quad (20) \end{aligned}$$

wobei

$$\Delta\tau_{ej} = \Delta\Delta\Theta_j/\Delta\omega_j \quad (21)$$

$$\Delta\tau_{ej} = \Delta\Delta\Theta_j/\Delta\omega_j$$

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

$$\begin{aligned}
 &= (\Delta L_j / \lambda_j + 1) \cdot (1 / \Delta f_j) \\
 &= (\Delta L_j / v) \cdot (f_j + 1 / \Delta f_j) \\
 &= \alpha \cdot (\Delta L_j / v) \quad (22)
 \end{aligned}$$

5 mit $\alpha = f_j + 1 / \Delta f_j$.

Je kleiner die Differenz zwischen $f_j + 1$ und f_j , d. h. Δf_j , desto größer ist α . Wenn die Änderung der Phase kleiner als $\pm \pi/2$ im Vergleich zu $\Delta L_j / v$ ist, ist es möglich, den Gruppenlaufzeitverlauf außerhalb der Verzögerungszeit zu variieren, die bestimmt ist durch den geometrischen Abstand, und zwar fast ohne Änderung des

10 Amplitudengangs in der Summe der Vektoren der Oberflächenwellen in den Ausbreitungskanälen $a-n$.
In den Ausbreitungskanälen $a-n$ mit den Mittenfrequenzen f_j-1, f_j, f_j+1, f_j+2 sind gemäß Gleichung (19) die Gradienten des Phasengangs im wesentlichen einander gleich. Da aber die Absolutwerte der Beträge der Phasen sich geringfügig unterscheiden, wie aus den folgenden Gleichungen ersichtlich ist, werden die kombinierten Phasen nicht durch eine gerade Linie dargestellt.

15 $\Theta_j(f_j) = 2\pi \cdot L_j / \lambda_j + \varphi \quad (23)$

$\Theta_j + 1(f_j) = 2\pi \cdot L_j + 1 / \lambda_j + \varphi \quad (24)$

20 $\Theta_j(f_j + 1) = 2\pi \cdot L_j / \lambda_j + 1 + \varphi \quad (25)$

$\Theta_j + 1(f_j + 1) = 2\pi \cdot L_j + 1 / \lambda_j + 1 + \varphi \quad (26)$

Hinsichtlich des Phasengangs ändert sich der aktuelle Phasengang im Vergleich zum Phasengang $\Theta_j(f_j)$, der sich durch den Abstand der mittleren Elektrodenfinger der Eingangselektrode und der Ausgangselektrode im j -ten Ausbreitungskanal bestimmt. Die Gruppenlaufzeit, die dargestellt wird durch das Differential ihrer Kreisfrequenz, unterscheidet sich von der Verzögerungszeit t_j , die sich durch den geometrischen Abstand bestimmt. Wenn aber die Phasenänderung kleiner als $\pm \pi/2$ ist, bleibt der Amplitudengang der summierten Ausgänge, gebildet durch die Summe der Vektoren der Antworten in den Ausbreitungskanälen, im wesentlichen konstant.

30 Die Entwurfsmethode zum Erhalten der gewünschten Gruppenlaufzeitverläufe ist einfach. Da das Differential Phasengang/Kreisfrequenz den Verlauf der Gruppenlaufzeit ergibt, bestimmt sich der Phasengang als Funktion einer Frequenz durch Integrieren des gewünschten Gruppenlaufzeitverlaufs. Dann wird die Frequenzachse der Ausbreitungskanäle $a-n$, d.h. die Achse in Richtung y , mit derjenigen Frequenz ausgerichtet, und zum Erhalt des gewünschten Phasengangs wird ΔL_j an den Ausbreitungskanälen $a-n$ festgelegt.

35 Tatsächlich kombinierte Phasendrehungen variieren in der in Fig. 7 durch $\Theta(f)$ dargestellten Weise. Die durch die Ableitung der kombinierten Phasendrehungen nach der Kreisfrequenz dargestellte Gruppenlaufzeit unterscheidet sich von der Verzögerungszeit t_j , die sich durch den geometrischen Abstand bestimmt. Ist die Änderung der Phase kleiner als $\pm \pi/2$, so bleibt der Amplitudengang im wesentlichen der gleiche, auch wenn die Vektoren der Antworten in den jeweiligen Ausbreitungskanälen summiert werden. Fig. 8 zeigt einen Frequenzgang mit gekrümmtem Gruppenlaufzeitverlauf. Um den Verlauf der Gruppenlaufzeit zu krümmen, werden die Änderungen von ΔL_j dargestellt durch eine kubische Funktion mit einem Minimum und einem Maximum an beiden Seiten der Mittenfrequenz, wie es in Fig. 9 dargestellt ist.

40 Fig. 10 zeigt ein Oberflächenwellen-Filter nach einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Das Filter besitzt eine Eingangselektrode 54 und eine Ausgangselektrode 56 auf einem piezoelektrischen Substrat 52 zum Empfangen bzw. zum Ausgeben eines HF-Signals. Die Eingangs- und Ausgangselektroden 54 und 56 besitzen parallel angeordnete und einander gegenüberliegende gemeinsame Elektrodenbereiche 60 und 62 bzw. 64 und 66, die ein HF-Signal S8 empfangen bzw. ein HF-Signal S9 abgeben. Der gemeinsame Elektrodenbereich 60 besitzt 3 divergierende Elektrodenfinger 70, 72 und 74 und der gemeinsame Elektrodenbereich 62 besitzt zwei Elektrodenfinger 76 und 78, die kammartig bezüglich der divergierenden Elektrodenfinger 70, 72 und 74 angeordnet sind. In ähnlicher Weise besitzt der gemeinsame Elektrodenbereich 64 drei divergierende Elektrodenfinger 82, 84 und 88, zwischen die sich kammartig zwei Elektrodenfinger 92 und 94 des gemeinsamen Elektrodenbereichs 66 hinein erstrecken. Die divergierenden Elektrodenfinger 72 und 84 liegen senkrecht bezüglich der gemeinsamen Elektrodenbereiche 60, 62 bzw. 64 und 66. Die anderen Elektrodenfinger sind in Winkeln bezüglich imaginärer Linien, die senkrecht auf den gemeinsamen Elektrodenbereichen 60, 62 bzw. 64, 66 stehen, geneigt.

45 Auf dem piezoelektrischen Substrat 52 zwischen den Eingangs- und Ausgangselektroden 54 und 56 befindet sich eine Abschirmelektrode 100, die etwa die Gestalt einer Kürbisflasche besitzt und als Phasensteuerelektrode zusätzlich dient. Die Abschirmelektrode 100 enthält rechtwinkelige Abschnitte 100a und 100b, die als Abschirmungen zur Verringerung der elektrischen Kopplung zwischen Eingangs- und Ausgangselektrode 54 und 56 dienen. Die Abschirmelektrode 100 enthält außerdem einen metallisierten Abschnitt 100c, der sich zwischen den rechtwinkeligen Abschnitten 100a und 100b quer über die Ausbreitungskanäle $a-n$ erstreckt. Der metallisierte Abschnitt 100c hat unterschiedliche Länge innerhalb und entlang der Ausbreitungskanäle $a-n$ im Bereich des Abstands zwischen den mittleren Elektrodenfingern der Eingangs- und Ausgangselektroden 54 und 56. Der metallisierte Abschnitt 100c dient als Phasensteuerglied und als Abschirmung.

50 Die Phasen der Oberflächenwellen, die sich entlang der Ausbreitungskanäle $a-n$ fortpflanzen, werden durch unterschiedliche elektrische Grenzbedingungen zwischen dem metallisierten Abschnitt 100c und dem piezoelektrischen Substrat 52 gesteuert, d.h. durch die unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Oberflächenwellen in den Ausbreitungskanälen $a-n$ entlang dem metallisierten Abschnitt und den nicht-metallisierten

OS 38 38 923

Bereichen in den Ausbreitungskanälen *a-n*.

Die zweite Ausführungsform des Oberflächenwellen-Filters arbeitet wie folgt:

Es sei angenommen, daß innerhalb des Abstands L_j zwischen den Mittelachsen der divergierenden Elektrodenfinger 72 und 84 entlang dem Ausbreitungskanal *j* die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle in einem elektrisch offenen Bereich oder einem nicht-metallisierten Bereich λ_{oj} (dargestellt durch die Summe gleicher Abstände *a* und *b* in dem Abstandsbereich L_j) mit v_o bezeichnet ist, die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle in einem elektrisch geschlossenen oder metallisierten Bereich λ_{mj} mit v_m bezeichnet ist, und die mittlere Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle in den Elektrodenbereichen λ_{aj} gleicher Länge innerhalb des Abstands L_j mit v bezeichnet ist. Dann kann man die Phasen Θ_j und Θ_k der Oberflächenwellen in dem *j*-ten Ausbreitungspfad und in dem *k*-ten Ausbreitungspfad (in der Zeichnung nicht dargestellt) wie folgt ausdrücken:

$$\begin{aligned}\Theta_j &= 2\pi \cdot (2 \cdot \lambda_{aj}/\lambda_{oj} + \lambda_{oj}/\lambda_{mj} + \lambda_{mj}/\lambda_{mj}) + \varphi \\ \Theta_k &= 2\pi \cdot (2 \cdot \lambda_{ak}/\lambda_{ok} + \lambda_{ok}/\lambda_{mk} + \lambda_{mk}/\lambda_{mk}) + \varphi\end{aligned}\quad (27)$$

wobei $\lambda_{aj} \approx \lambda_{ak}$ und außerdem

$$\lambda_{aj} = \frac{v}{f_j}, \lambda_{oj} = \frac{v_o}{f_j}, \lambda_{mj} = \frac{v_m}{f_j},$$

$$\lambda_{ak} = \frac{v}{f_k}, \lambda_{ok} = \frac{v_o}{f_k}, \lambda_{mk} = \frac{v_m}{f_k}.$$

Selbst wenn die Abstände zwischen den Mittelachsen der Elektrodenfinger 72 und 84 in den Ausbreitungskanälen einander gleichen, was durch $\lambda_{oj} + \lambda_{mj} = \lambda_{ok} + \lambda_{mk}$ bezeichnet ist, läßt sich den Oberflächenwellen, die sich in den Ausbreitungskanälen fortpflanzen, eine Phasendifferenz vermitteln, indem man die Dimensionsbeziehung $\lambda_{mj} \neq \lambda_{mk}$ auswählt.

Wenn $\lambda_{mj} = \lambda_{mk} + \Delta L$, dann ergibt sich die Phasendifferenz $\Delta\Theta_j$ wie folgt:

$$\begin{aligned}\Delta\Theta_j &= 2\pi \cdot (\Delta L/\lambda_{oj}) - 2\pi(\Delta L/\lambda_{mj}) \\ &= 2\pi \cdot \Delta L \cdot (1/\lambda_{oj} - 1/\lambda_{mj}) \\ &= 2\pi \cdot \Delta L \cdot (f_j/v_o - f_j/v_m) \\ &= 2\pi \cdot \Delta L \cdot f_j(1/v_o - 1/v_m)\end{aligned}\quad (28)$$

Unter Verwendung von Gleichung (21) erhält man

$$(1/v_o - 1/v_m) = 0,5 \cdot K^2/v_o \quad (29)$$

Damit läßt sich die Gleichung (28) wie folgt umschreiben:

$$\begin{aligned}\Delta\Theta_j &= 2\pi \cdot \Delta L \cdot 0,5 \cdot K^2 \cdot f_j/v_o \\ &= \Delta L \cdot 2\pi/\lambda_{oj} \cdot 0,5 \cdot K^2.\end{aligned}$$

Um die Phase um $\pm 6\%$ der Wellenlänge zu variieren, wird aus der letztgenannten Gleichung unter der Bedingung, daß das piezoelektrische Substrat aus LiTaO₃ aus X-112° Y (Lithiumtantalat; elektromechanische Koeffizient $K^2 = 0,0075$) besteht, abgeleitet:

$$\Delta\Theta_j/2\pi = 0,12 = \Delta L/\lambda_{oj} \cdot 0,5 \cdot K^2$$

Es ergibt sich also $\Delta L = 32 \cdot \lambda_{oj}$, und die Differenz zwischen den Längen der Abschirmelektrode entlang den Ausbreitungskanälen entspricht etwa 32 Wellenlängen.

Wenn daher die Phase oder der Abstand L_j zwischen den Mittelelektrodenfingern um $\pm 6\%$ der Wellenlänge variiert werden soll, sollte die Breite des metallisierten Abschnitts 100c der Abschirmelektrode 100 quer zu den Ausbreitungskanälen *a-n* um etwa das 30fache der Wellenlänge variiert werden. Mit dieser Ausgestaltung läßt sich ein nicht-linearer Phasengang mit hoher Genauigkeit erzielen, wenn es darum geht, eine gewünschte Phasenänderung in sehr kleinem Ausmaß zu erhalten, oder wenn die Mittenfrequenz hoch und die Wellenlänge kurz ist.

Fig. 11 zeigt eine dritte Ausführungsform eines Oberflächenwellen-Filters. Das Filter nach Fig. 11 unterscheidet sich von dem Filter nach Fig. 5 darin, daß die divergierenden Elektrodenfinger 75 und 83 als metallisierte Schichten variierende Breiten oder Längen in den Ausbreitungskanälen *a-n* aufweisen, wobei die Änderungen in *y*-Richtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung *x* vorhanden sind. Die Arbeitsweise des Filters nach der dritten Ausführungsform ergibt sich aus der obigen Beschreibung der zweiten Ausführungsform.

Bei einer vierten Ausführungsform, die in Fig. 12 als Oberflächenwellen-Filter dargestellt ist, sind divergierende Elektrodenfinger 75 und 83 als metallisierte Schichten ausgebildet, deren Breiten oder Längen in den Ausbreitungskanälen *a-n* in *y*-Richtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung *x* der Oberflächenwelle variieren, wie es bei der Ausführungsform nach Fig. 11 der Fall ist. Darüber hinaus ist eine kürbisflaschenförmige Abschirmelektrode 100 vorgesehen, die auch als Phasensteuerelektrode dient. Die Elektrode 100 befindet sich auf

einem piezoelektrischen Körper 52 zwischen einer Eingangselektrode 54 und einer Ausgangselektrode 56, ähnlich wie bei der zweiten Ausführungsform nach Fig. 10. Die Abschirmelektrode 100 enthält rechtwinkelige Abschnitte 100a und 100b, die als Abschirmungen zur Verringerung der elektrischen Kopplung zwischen Eingangs- und Ausgangselektroden dienen. Die Abschirmelektrode 100 enthält außerdem einen metallisierten Abschnitt 100c, der sich zwischen den rechtwinkeligen Abschnitten 100a und 100b quer zu den Ausbreitungskanälen a-n erstreckt. Der metallisierte Abschnitt 100c hat in und entlang den Ausbreitungskanälen a-n unterschiedliche Längen innerhalb des Abstands zwischen den Mittelelektrodenfingern in der Eingangselektrode 54 und der Ausgangselektrode 56. Der metallisierte Abschnitt 100c dient als Phasenverstetigungsleitung und Abschirmung.

10 Die Phasen der sich durch die Ausbreitungskanäle *a-n* fortpflanzenden Oberflächenwellen werden gesteuert durch unterschiedliche elektrische Grenzbedingungen zwischen dem metallisierten Abschnitt 100c und dem piezoelektrischen Substrat 52, d.h. durch die unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten der Oberflächenwellen in den Ausbreitungskanälen *a-n* über den metallisierten Abschnitt und die nicht-metallisierten Bereiche der Ausbreitungskanäle *a-n*.

Die Arbeitsweise des Oberflächenwellen-Filters nach der vierten Ausführungsform ergibt sich aus der Beschreibung der Arbeitsweise der zweiten und der dritten Ausführungsform.

15 schreibung der Arbeitsweise der zweiten und der dritten Ausführungsform. In
 Fig. 13 zeigt eine fünfte Ausführungsform eines Oberflächenwellen-Filters. Das in Fig. 13 gezeigte Filter
 enthält eine Eingangselektrode 54 und eine Ausgangselektrode 56 auf einem piezoelektrischen Körper 52 mit
 Ausbreitungskanälen $a-n$, ein Paar beabstandeter rechtwinkeliger Abschirmelektroden 100a und 100b auf dem
 piezoelektrischen Körper 52 außerhalb der Ausbreitungskanäle $a-n$, und ein Medium 102 auf dem piezoelektrischen
 Körper 52 quer zu den Ausbreitungskanälen $a-n$ und zwischen den Abschirmelektroden 100a und 100b.
 20 Das Medium 102 hat die Form einer Dünnschicht aus einem sich von einem elektrischen Leiter unterscheidenden
 Material, zum Beispiel Siliziumdioxid, das in der Lage ist, die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwellen
 zu variieren. Das Medium 102 hat die gleiche Form wie der metallisierte Abschnitt 100c in den Fig. 10 und 12
 und es arbeitet in der gleichen Weise und bietet auch die gleichen Vorteile wie der metallisierte Abschnitt 100c.

25 Fig. 14 zeigt fragmentarisch einen Querschnitt entlang der Linie V-V' in Fig. 13.
 Wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, befinden sich bei einem erfundungsgemäßen Oberflächenwellen-Bauelement auf der Oberflächenschicht des piezoelektrischen Körpers eine Eingangs- und eine Ausgangselektrode zum Empfangen bzw. Abgeben einer Oberflächenwelle, und entweder die Länge des elektrischen Leiters zwischen Eingangs- und Ausgangselektroden in Ausbreitungsrichtung der Oberflächenwelle wird senkrecht zur Ausbreitungsrichtung variiert, um die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle aufgrund unterschiedlicher elektrischer Grenzbedingungen zu variieren, oder es befindet sich das Medium zum Variieren der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle entlang der Oberflächenschicht des piezoelektrischen Körpers auf diesem Körper zwischen Eingangs- und Ausgangselektrode. An die Eingangselektrode wird ein Signal gelegt, und die Ausgangselektrode liefert ein Signal mit einem gewünschten Frequenzgang innerhalb eines großen Frequenzbereichs. Der gewünschte Frequenzgang lässt sich exakt innerhalb eines breiten Frequenzbereichs einstellen, wobei hinsichtlich des Entwurfs großer Bewegungsspielraum gegeben ist.

40 quenzbereichs einstellen, wobei insbesondere des Zit. Es gilt für die Frequenzgangsverläufe innerhalb eines
Das erfindungsgemäße Oberflächenwellen-Filter liefert gewünschte Gruppenlaufzeitverläufe innerhalb eines breiten
großen Frequenzbereichs, und es liefert außerdem einen nichtlinearen Phasengang innerhalb eines breiten
Frequenzbereichs, wobei die Freiheit bei der Phasensteuerung zum Erhalt eines genauen nichtlinearen Phasen-
gangs ziemlich groß ist.

Patentansprüche

45 1. Oberflächenwellen-Bauelement mit nichtlinearem Phasengang, gekennzeichnet durch einen piezoelektrischen Körper (52), in dessen Oberflächenschicht sich eine Oberflächenwelle ausbreitet, eine erste und eine zweite Elektrode (54, 56), die auf der Oberflächenschicht mit Abstand voneinander angeordnet sind, um die Oberflächenwelle zwischen der ersten und der zweiten Elektrode zu senden und zu empfangen, wobei die erste und die zweite Elektrode (54, 56) ein Paar gemeinsamer Elektrodenbereiche (60, 62; 64, 66) mit sich dazwischen erstreckenden kammförmigen Elektrodenfingern (70 – 78; 82 – 94) aufweisen, die Elektrodenfinger zwischen den gemeinsamen Elektrodenbereichen der ersten und/oder der zweiten Elektrode mehrere divergierende Elektrodenfinger (70, 72, 74; 82, 84, 88), die sich etwa senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Oberflächenwelle erstrecken, und einen Elektrodenfinger (76, 78; 92, 94) in einem Zwischenraum zwischen den divergierenden Elektrodenfingern enthalten, wobei der Elektrodenfinger der ersten Elektrode zum hauptsächlichen Senden und Empfangen der Oberflächenwelle eine Mittelachse quer zur Ausbreitungsrichtung aufweist, der Elektrodenfinger der zweiten Elektrode zum hauptsächlichen Senden und Empfangen der Oberflächenwelle eine Mittelachse quer zur Ausbreitungsrichtung besitzt, und der Abstand in Ausbreitungsrichtung zwischen den Mittelachsen entlang der zur Ausbreitungsrichtung im wesentlichen senkrechten Richtung variiert ist.

50 2. Bauelement nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen elektrischen Leiter (100), der auf der Oberflächenschicht des piezoelektrischen Körpers (52) angeordnet ist und in Ausbreitungsrichtung eine Länge aufweist, die sich in einer etwa senkrecht zur Ausbreitungsrichtung stehenden Richtung ändert, wobei der elektrische Leiter als metallisierte Schicht ausgebildet ist.

55 3. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diejenigen Elektrodenfinger, die sich zwischen den Mittelachsen befinden, Elektrodenleiter aufweisen, und daß außerdem ein elektrischer Leiter (100) auf der Oberflächenschicht des piezoelektrischen Körpers (52) angeordnet ist, dessen Länge in Ausbreitungsrichtung abhängig von der etwa senkrecht auf der Ausbreitungsrichtung stehenden Richtung variiert ist, wobei die elektrischen Leiter jeweils als metallisierte Schichten ausgebildet sind.

60 4. Oberflächenwellen-Bauelement mit nichtlinearem Phasengang, gekennzeichnet durch einen piezoelektrischen Körper (52), in dessen Oberflächenschicht sich eine Oberflächenwelle ausbreitet, eine erste und eine zweite Elektrode (54, 56), die auf der Oberflächenschicht mit Abstand voneinander angeordnet sind, um die Oberflächenwelle zwischen der ersten und der zweiten Elektrode zu senden und zu empfangen, wobei die erste und die zweite Elektrode (54, 56) ein Paar gemeinsamer Elektrodenbereiche (60, 62; 64, 66) mit sich dazwischen erstreckenden kammförmigen Elektrodenfingern (70 – 78; 82 – 94) aufweisen, die Elektrodenfinger zwischen den gemeinsamen Elektrodenbereichen der ersten und/oder der zweiten Elektrode mehrere divergierende Elektrodenfinger (70, 72, 74; 82, 84, 88), die sich etwa senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Oberflächenwelle erstrecken, und einen Elektrodenfinger (76, 78; 92, 94) in einem Zwischenraum zwischen den divergierenden Elektrodenfingern enthalten, wobei der Elektrodenfinger der ersten Elektrode zum hauptsächlichen Senden und Empfangen der Oberflächenwelle eine Mittelachse quer zur Ausbreitungsrichtung aufweist, der Elektrodenfinger der zweiten Elektrode zum hauptsächlichen Senden und Empfangen der Oberflächenwelle eine Mittelachse quer zur Ausbreitungsrichtung besitzt, und der Abstand in Ausbreitungsrichtung zwischen den Mittelachsen entlang der zur Ausbreitungsrichtung im wesentlichen senkrechten Richtung variiert ist.

schen Körper zum Leiten einer Oberflächenwelle durch eine Oberflächenschicht, eine erste und eine zweite Elektrode (54, 56), die auf der Oberflächenschicht mit Abstand voneinander angeordnet sind, um zwischen sich die Oberflächenwelle zu senden und zu empfangen, und einen elektrischen Leiter (100), der auf der Oberflächenschicht des piezoelektrischen Körpers (52) zwischen der ersten und der zweiten Elektrode (52, 54) angeordnet ist und in Ausbreitungsrichtung eine Länge aufweist, die sich abhängig von der Richtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung ändert, wobei die erste und die zweite Elektrode (54, 56) ein Paar gemeinsamer Elektrodenbereiche (60, 62; 64, 66) besitzen, zwischen denen sich kammförmige Elektrodenfinger (70 – 78; 82 – 94) erstrecken, wobei Elektrodenfinger zwischen den gemeinsamen Elektrodenbereichen zumindest einer von der ersten und der zweiten Elektrode (54, 56) mehrere divergierende Elektrodenfinger umfassen, die sich in einer Richtung etwa senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Oberflächenwelle erstrecken, und einen Elektrodenfinger umfassen, der in einem Zwischenraum zwischen den divergierenden Elektrodenfingern angeordnet ist.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

5. Oberflächenwellen-Bauelement mit nichtlinearem Phasengang, gekennzeichnet durch einen piezoelektrischen Körper (52), in dessen Oberflächenschicht sich eine Oberflächenwelle auszubreiten vermag, eine erste und eine zweite Elektrode (54, 56), die mit Abstand voneinander zum Senden und zum Empfangen der Oberflächenwelle zwischen sich auf der Oberflächenschicht angeordnet sind, wobei die erste und die zweite Elektrode jeweils ein Paar gemeinsamer Elektrodenbereiche (60, 62; 64, 66) aufweisen, von denen zumindest bei einer der beiden Elektroden sich Elektrodenfinger erstrecken, welche mehrere divergierende Elektrodenfinger, die sich etwa senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Oberflächenwelle erstrecken, und einen in einem Abstand zwischen den divergierenden Elektrodenfingern angeordneten Elektrodenfinger umfassen, der mittlere Elektrodenfinger der ersten Elektrode eine Mittelachse und der Mittelelektrodenfinger der zweiten Elektrode eine Mittelachse aufweist, diejenigen Elektrodenfinger der ersten und/oder der zweiten Elektrode, die zwischen den Mittelachsen liegen, elektrische Leiter aufweisen, und jeder der elektrischen Leiter in Ausbreitungsrichtung eine Länge besitzt, die sich abhängig von der etwa senkrecht zur Ausbreitungsrichtung verlaufenden Richtung ändert.

6. Bauelement nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch einen elektrischen Leiter (100) auf der Oberflächenschicht des piezoelektrischen Körpers (52), wobei die Länge in Ausbreitungsrichtung abhängig von der senkrecht zur Ausbreitungsrichtung verlaufenden Richtung variiert und der elektrische Leiter als metallisierte Schicht ausgebildet ist.

7. Bauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß diejenigen Elektrodenfinger, die zwischen den Mittelachsen liegen, Elektrodenleiter enthalten, und daß weiterhin auf der Oberflächenschicht des piezoelektrischen Körpers ein elektrischer Leiter (100) angeordnet ist, dessen Länge sich in Ausbreitungsrichtung abhängig von der senkrecht zur Ausbreitungsrichtung verlaufenden Richtung ändert, wobei die elektrischen Leiter metallisierte Schichten aufweisen.

8. Oberflächenwellen-Bauelement mit nichtlinearem Phasengang, gekennzeichnet durch einen piezoelektrischen Körper (52), in dessen Oberflächenschicht sich eine Oberflächenwelle auszubreiten vermag, eine erste und eine zweite Elektrode (54, 56), die auf der Oberflächenschicht mit Abstand voneinander angeordnet sind, um zwischen sich die Oberflächenwelle zu senden und zu empfangen, wobei die erste und die zweite Elektrode (54, 56) jeweils ein Paar gemeinsamer Elektrodenbereiche (60, 62; 64, 66) mit sich dazwischen erstreckenden kammähnlichen Elektrodenfingern (70 – 78; 82 – 94) aufweist, die Elektrodenfinger zwischen den gemeinsamen Elektrodenbereichen der ersten und/oder der zweiten Elektrode (54, 56) mehrere divergierende Elektrodenfinger, die sich etwa senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Oberflächenwelle erstrecken, und einen in einem Zwischenraum zwischen den divergierenden Elektrodenfingern angeordneten Elektrodenfinger umfassen, und einen elektrischen Leiter (100), der auf der Oberflächenschicht des piezoelektrischen Körpers zwischen der ersten und der zweiten Elektrode (54, 56) angeordnet ist und eine Länge in Ausbreitungsrichtung aufweist, die in der etwa senkrecht auf der Ausbreitungsrichtung stehenden Richtung variiert, wobei zusätzlich oder alternativ dazu der mittlere Elektrodenfinger der ersten Elektrode (54) eine Mittelachse besitzt und der mittlere Elektrodenfinger der zweiten Elektrode (56) eine Mittelachse aufweist, diejenigen Elektrodenfinger der ersten und/oder der zweiten Elektrode, die sich zwischen den Mittelachsen befinden, elektrische Leiter (75, 83) umfassen, von denen jeder in Ausbreitungsrichtung eine Länge besitzt, die quer zur Ausbreitungsrichtung variiert.

9. Oberflächenwellen-Bauelement mit nichtlinearem Phasengang, gekennzeichnet durch einen piezoelektrischen Körper (52), in dessen Oberflächenschicht sich eine Oberflächenwelle fortzupflanzen vermag, eine erste und eine zweite Elektrode (54, 56), die auf der Oberflächenschicht mit Abstand voneinander zum Senden und Empfangen der Oberflächenwelle zwischen sich angeordnet sind, wobei die erste und die zweite Elektrode jeweils ein Paar gemeinsamer Elektrodenbereiche (60, 62; 64, 66) aufweisen, sich zumindest bei der einen Elektrode kammförmige Elektrodenfinger zwischen den gemeinsamen Elektrodenbereichen erstrecken, wobei die Elektrodenfinger divergierende Elektrodenfinger, die sich etwa senkrecht zur Ausbreitungsrichtung der Oberflächenwelle erstrecken, und einen in einem Zwischenraum zwischen den divergierenden Elektrodenfingern angeordneten Elektrodenfinger umfassen, und ein Medium (102), das quer zu Ausbreitungskanälen ($a-n$) zwischen der ersten und der zweiten Elektrode (54, 56) angeordnet ist, um die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Oberflächenwelle durch die Oberflächenschicht zu variieren.

10. Bauelement nach Anspruch 9, bei dem das Medium (102) eine Dünnschicht aus Siliziumdioxid aufweist.

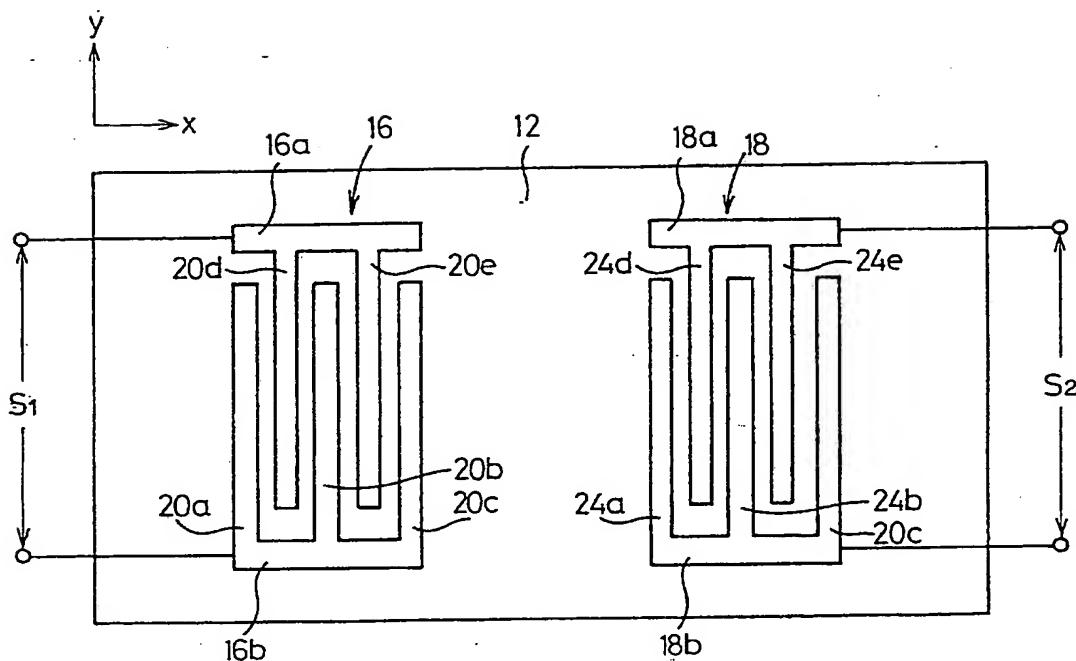
3838923

Nummer: 38 38 923
Int. Cl.4: H 03 H 9/145
Anmeldetag: 17. November 1988
Offenlegungstag: 15. Juni 1989

30

Fig.: 30; 14

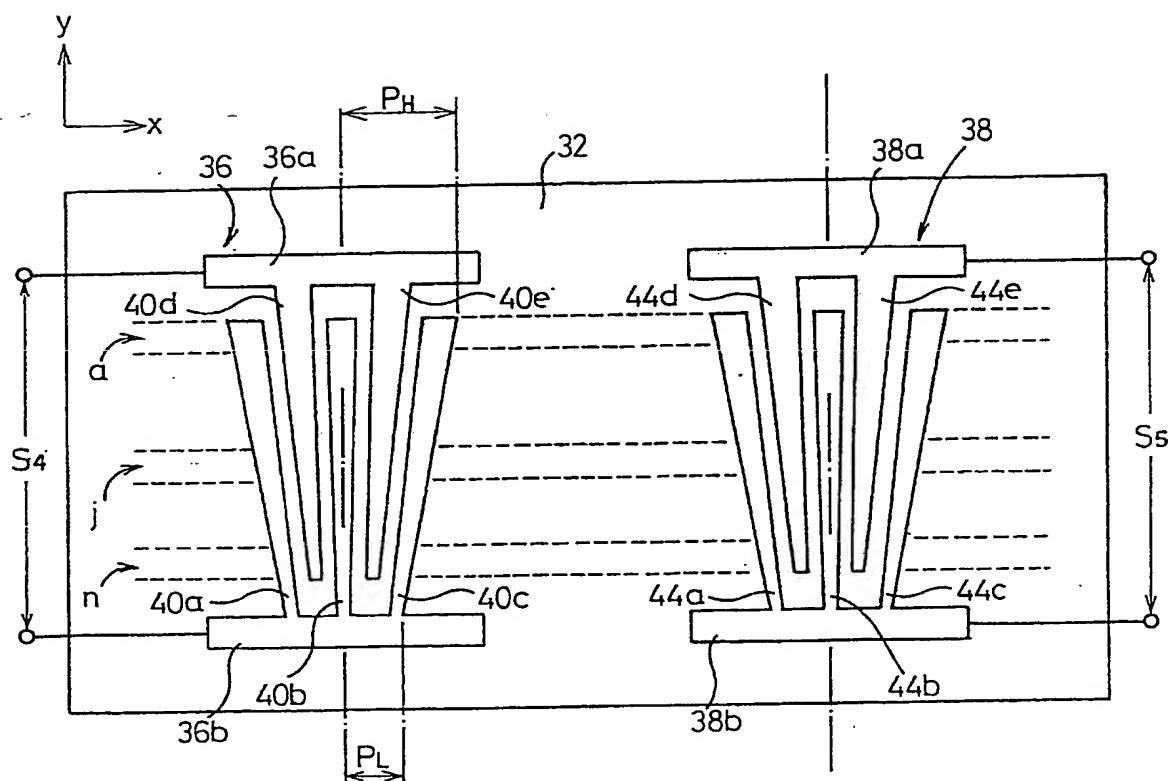
FIG.1



3838923

31

FIG.2



3838923

32

Fig.: 321; 1

FIG.3

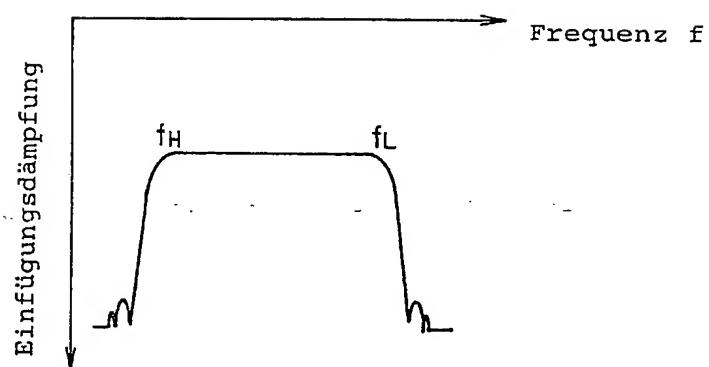
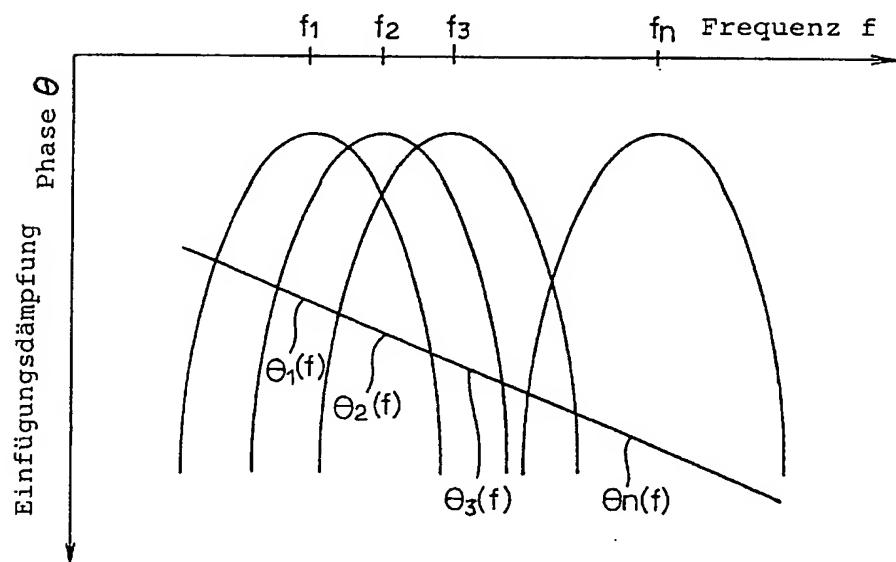


FIG.4



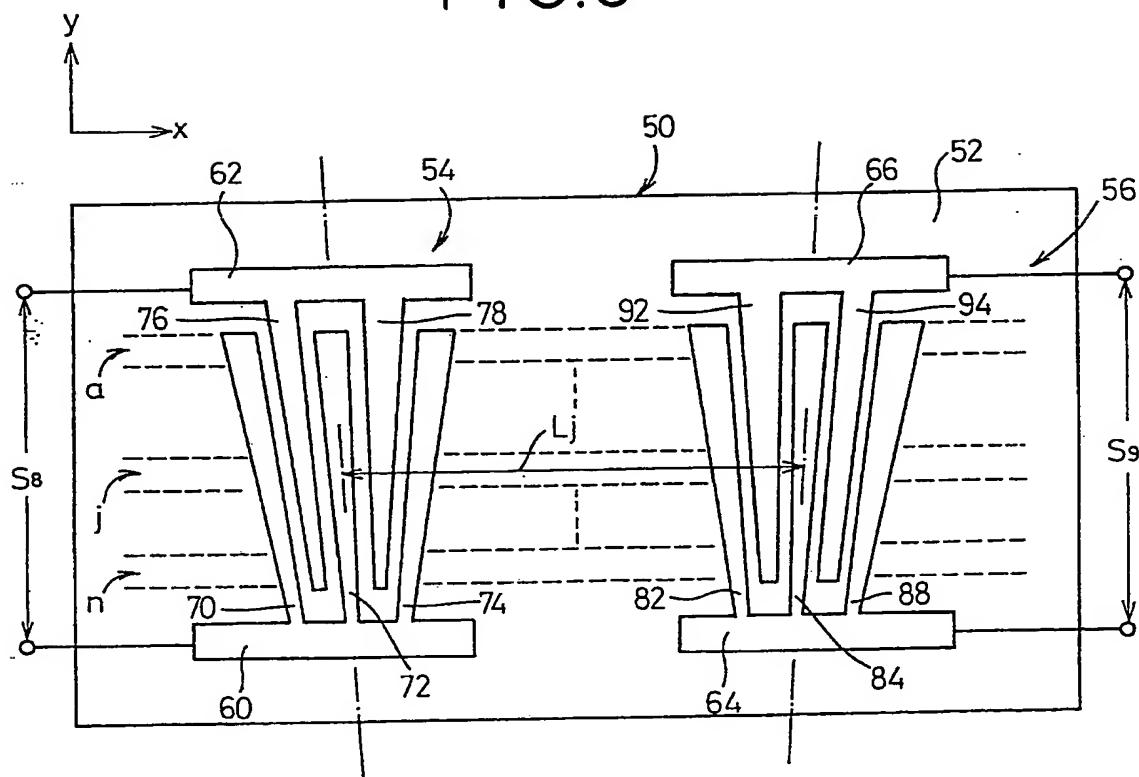
1111111111

3838923

33

Fig. 133: 11

FIG.5

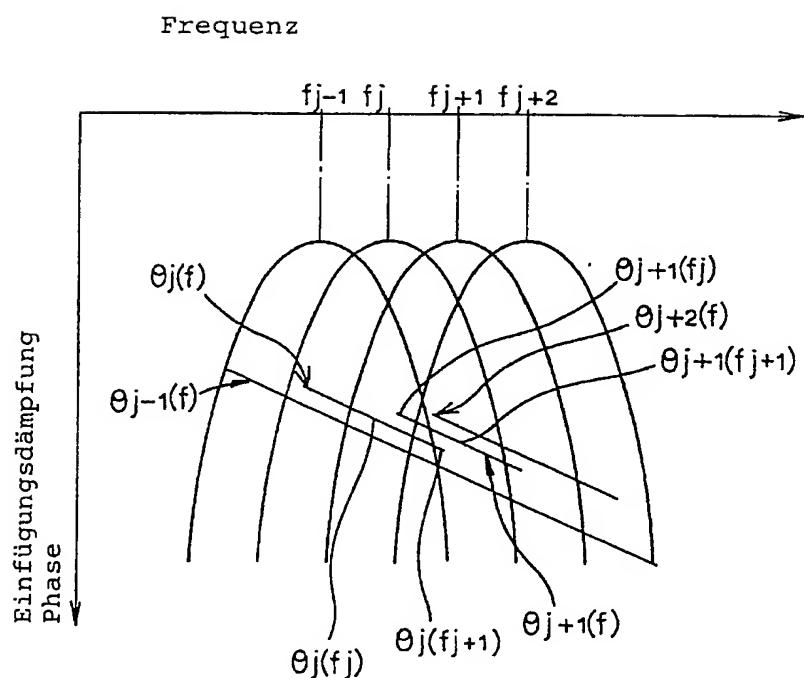


3338923

34

Fig.: 34: u1

FIG. 6

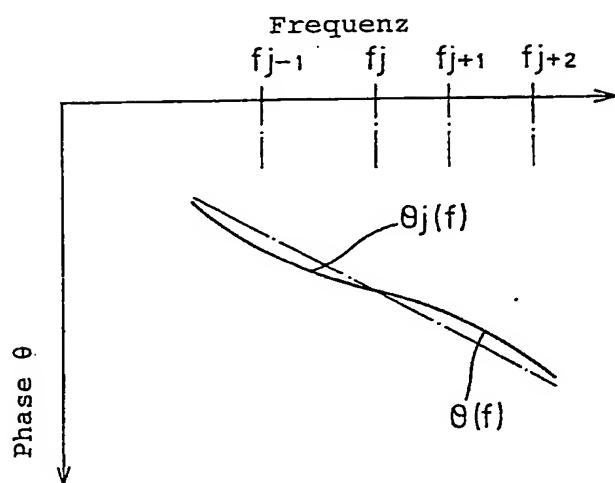


3838923

35

Fig.: 35; 21

FIG.7

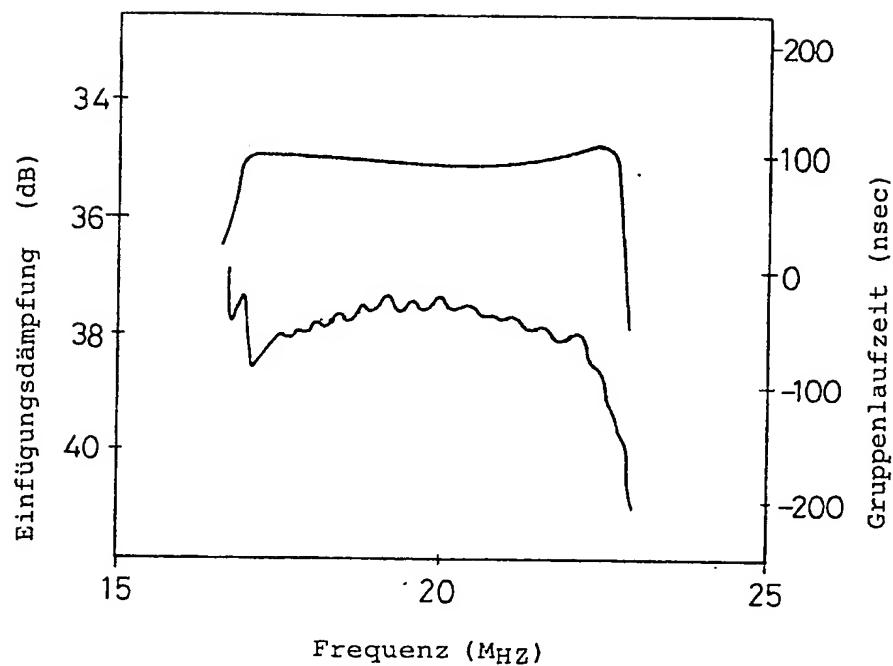


3838923

36

Fig. 136: 14

FIG. 8

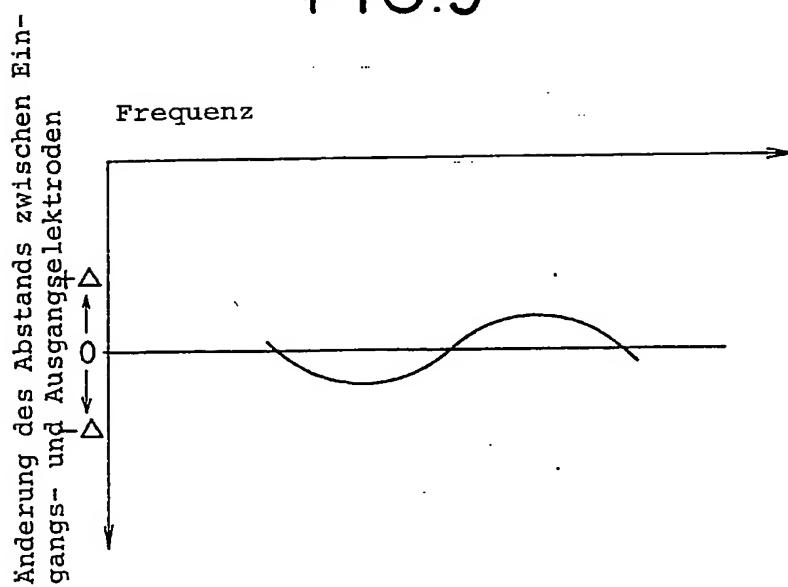


3838923

37

Fig. 371 A

FIG.9

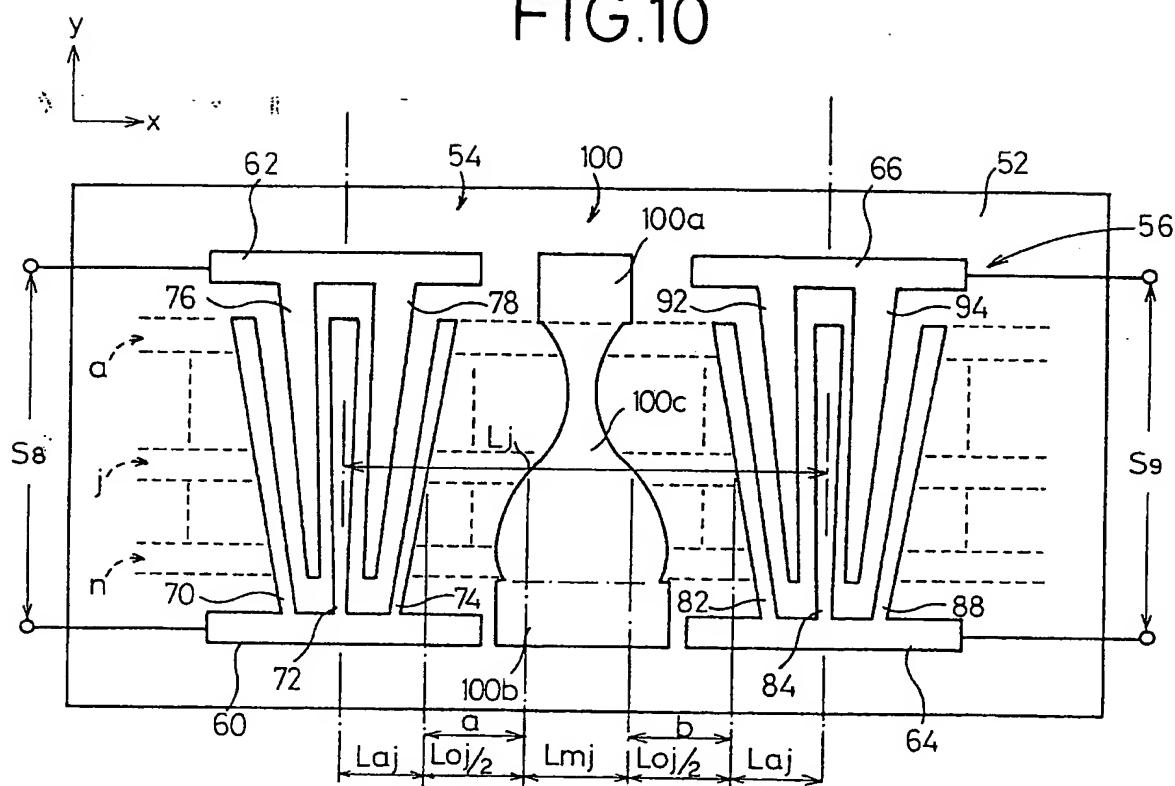


3838923

38

Ra : 138121

FIG.10



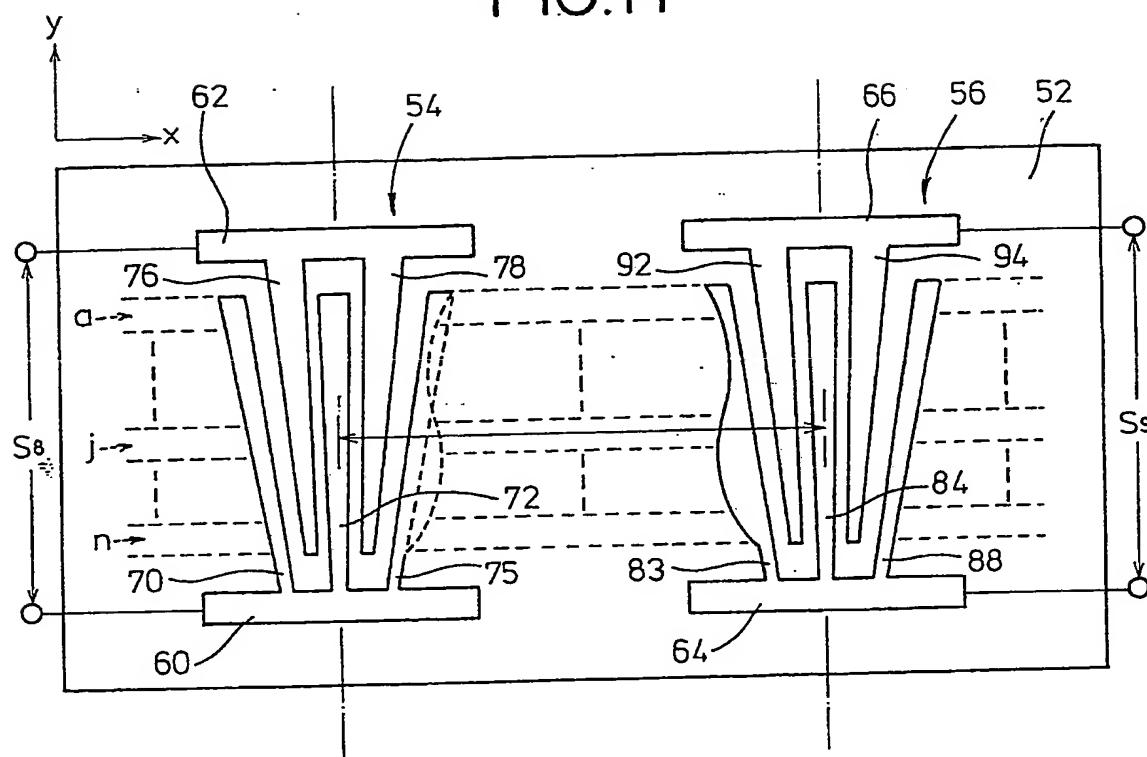
12.11.88

3838923

39

39

FIG.11

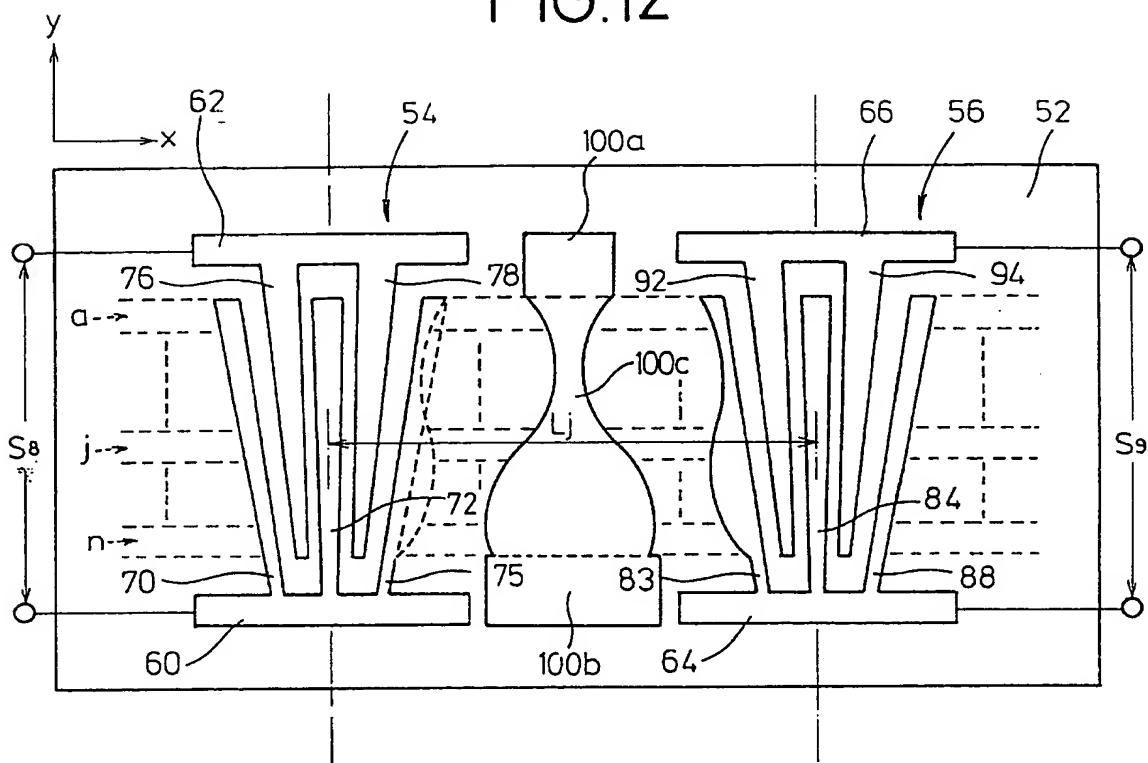


3838923

40

Fig. 40: 171

FIG.12

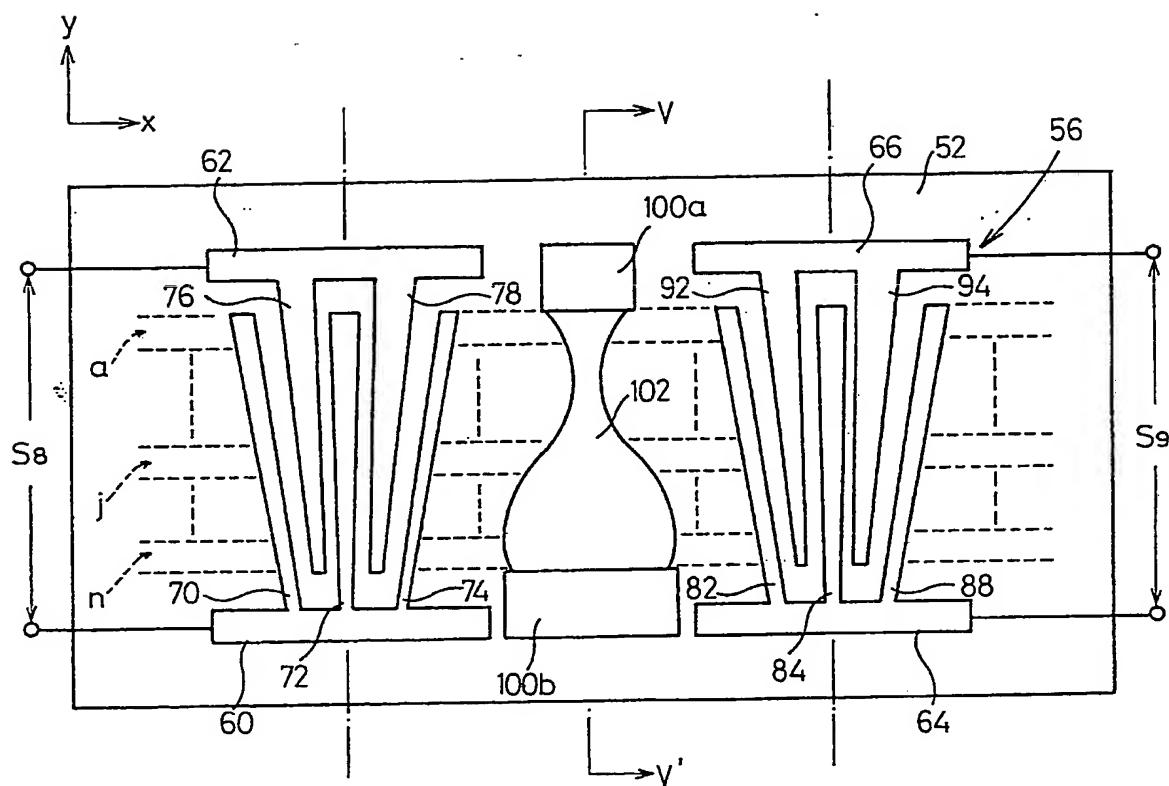


3838923

41

FIG. 13

FIG.13



3838323

42*

Fig. 42; L1

FIG.14

